

原 著

持久性能力と基礎代謝時の脈拍数の関係

The relationship between endurance capacity and heart rate at the basal metabolism in the distance runners

渡辺 剛・伴 勇資・須賀 義隆
枝村 亮一・氏家 道男

Tsuyoshi Watanabe, Yusuke Ban, Yoshitaka Suga
Ryoichi Edamura, Michio Ujiie

ABSTRACT

The heart rate was measured and evaluated as index for the level of physical fitness and fitness training. Resting heart rate, however, affected by many factors such as psychological, biochemical and environmental factors. In the present study, heart rate (BHR) at the basal metabolism where not affected by many factors such as psychological, biochemical and environmental factors was measured in three veracity distance runners. The highest endurance performances, running records of 3000m and 5000m, were observed with the lower BHR and body weight than that of mean values for that month. Higher endurance capacity obtained at about 45 beats/min of BHR without seasons. From these results it seemed related with change of the body weight in case of the distance runners. From these results that BHR indicate the physical conditions in the trained endurance athletes. Furthermore, it can be use for the endurance training program.

<はじめに>

鍛練者の安静時心拍数が一般的に非鍛練者よりも低い^{4) 8) 12) 13) 14) 17) 18) 19) 20) 21)} ことにCopr⁵⁾らは注目して、安静時心拍数が体力の指標となり得ることを示唆した。そして、その理由として、身体トレーニングが副交感神経を優位にし、また、それは鍛練者の安静時の一回拍出量が非鍛練者よりも、大きいことによると考えているようである。

ところで、著者^{25) 26) 27) 28)}はこれまでに、鍛練者は非鍛練者よりも、眼底の網膜の動脈や静脈の径が細く、基礎代謝は低いことを見てきたが、このことは、身体トレーニングが、循環の血液量や代謝効率に影響することを示唆する結果である。

従って、鍛練者と非鍛練者の安静時や基礎代謝時における心拍数に差が生ずる要因として、一回拍出量や自律神経系のバランス以外に、血液循環の量やスピードそのものの差や、代謝効率の差についても考慮する必要があるものと思われる。

また、循環血液量や基礎代謝は、諸々の体内あるいは体外の条件によって、比較的短時日のうちに変化しうるものと考えられるので、安静時や基礎代謝時の心拍数も同様な短時日的に変化するものと言うことができる。

そして、そのことは、そうした心拍数の変化を、個々人の日々の変動として捉えることによって、日々の体調の良否を表わす1つの指標となることを期待することができる。

本報告は、以上のような考えで、測定条件とし

て、安静時よりも一定にしやすい基礎代謝時の心拍数が、陸上競技長距離走選手の日々の体調の具体的な指標となる試合における記録とどのような関係があるかを探ることを目的としてなされた研究である。

＜方 法＞

被験者は、陸上競技部員（長距離選手）3名で、被験者の体格、年齢、脈拍数及び5000mの自己記録を表1に示した。

基礎代謝時の脈拍数（Heart Rate of Basal Condition: BHR, 以下HR）の測定は1984年4月から1985年3月までの1年間、ほぼ毎日覚醒後そのままの姿勢で、被験者自身が橈骨動脈から触診により、開口状態で1分間の測定を2回行なって平均値をその日の脈拍数とした。

体重（Body Weight: BW）は、脈拍数測定、排尿、排便後に久保田製電子（測定精度100g）で測定した。

自覚的体調は、表2の10段階の指標により、1日の練習終了後、被験者自身が主観的に判断したものをを用いた。

個人の3000m及び5000mの記録は、公式試合の記録を用いた。1年間の測定中の自己の最高記録を本研究では、自己記録（Best Record）と表現した。

＜結 果＞

基礎代謝時の脈拍数と体重の間には、3名の被

験者ともに、統計的に有意な相関は見られなかったが、脈拍数が低い時に体重も軽い傾向にあった。

被験者NMの3000mの記録と脈拍数の関係を図1で見ると、自己記録8分53秒0が出た時の脈拍数は45拍/分で、この月の最低値であった。体重は55kgと低く、主観的体調も9にランクされていた。同じ月の15日後の記録9分06秒3の時の脈拍数は48拍/分で、自己記録時の脈拍数よりも多く、この月の平均脈拍数と近値であった。しかし、体重は自己記録が出た時と同じで、自覚的体調も8にランクされていた。

同被験者の5000m（図2）の自己記録14分41秒0を出した時の脈拍数は45拍/分で3000mと同様であった。体重は54.5kgで、この月では最も低い値を示した。自覚的体調も9ランクであった。

同被験者の5000mの記録が15分44秒と、最も悪い時について見ると（図3）、脈拍数は53拍/分で、好調時と比較すると、8拍高く、体重も1kg重く、主観的体調も6ランクと低かった。

被験者TMの5000mの記録（図4、5）を見ると、自己記録14分54秒0時の脈拍数は46拍/分、体重53kg及び主観的体調は8ランクであったのに対して、15分07秒9の記録の時の脈拍数は48拍/分と2拍増加していた。体重59kgと6kgも増加し、自覚的体調は2ランクで最低であった。

被験者KSの5000mの自己記録15分32秒0の時の脈拍数は49拍/分で、体重59kg、自覚的体調は8ランクであった（図6）。これに対し、自己の記録の最も悪かった、15分46秒0時の脈拍数は55

表1 Physical Characteristics of Long Distance Runners

	N M	T M	K S
Age (yrs.)	20	20	21
Body Height (cm)	167.5	169.0	175.0
Body Weight (kg)	55.19 ± 0.97	55.66 ± 1.49	61.00 ± 1.18
Heart Rate (/min)	49.31 ± 3.46	49.21 ± 2.09	54.96 ± 4.48
5000 m Best Record (sec)	14'41''0	14'54''0	15'32''0

表2 Perceptive Condition

10	最 高 に 良 い
9	非 常 に 良 い
8	か な り 良 い
7	良 い
6	や や 良 い
5	普 通
4	や や 悪 い
3	悪 い
2	か な り 悪 い
1	非 常 に 悪 い

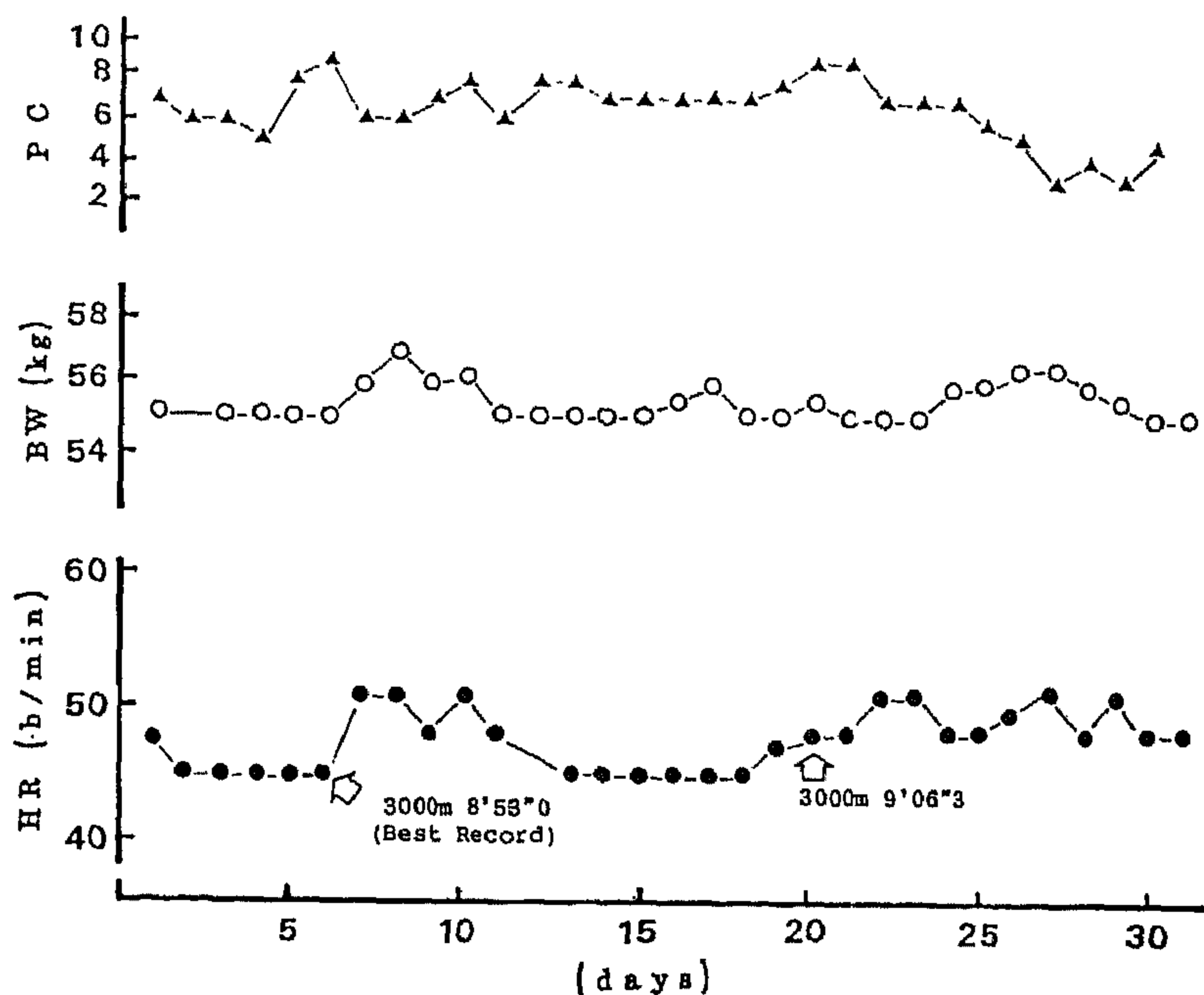


図1 被験者NMの1984年5月時の心拍数 (Heart Rate:HR)・体重(Body Weight:BW) 及び自覚的体調 (Perceptive Condition:PC) の変動と3000mの記録

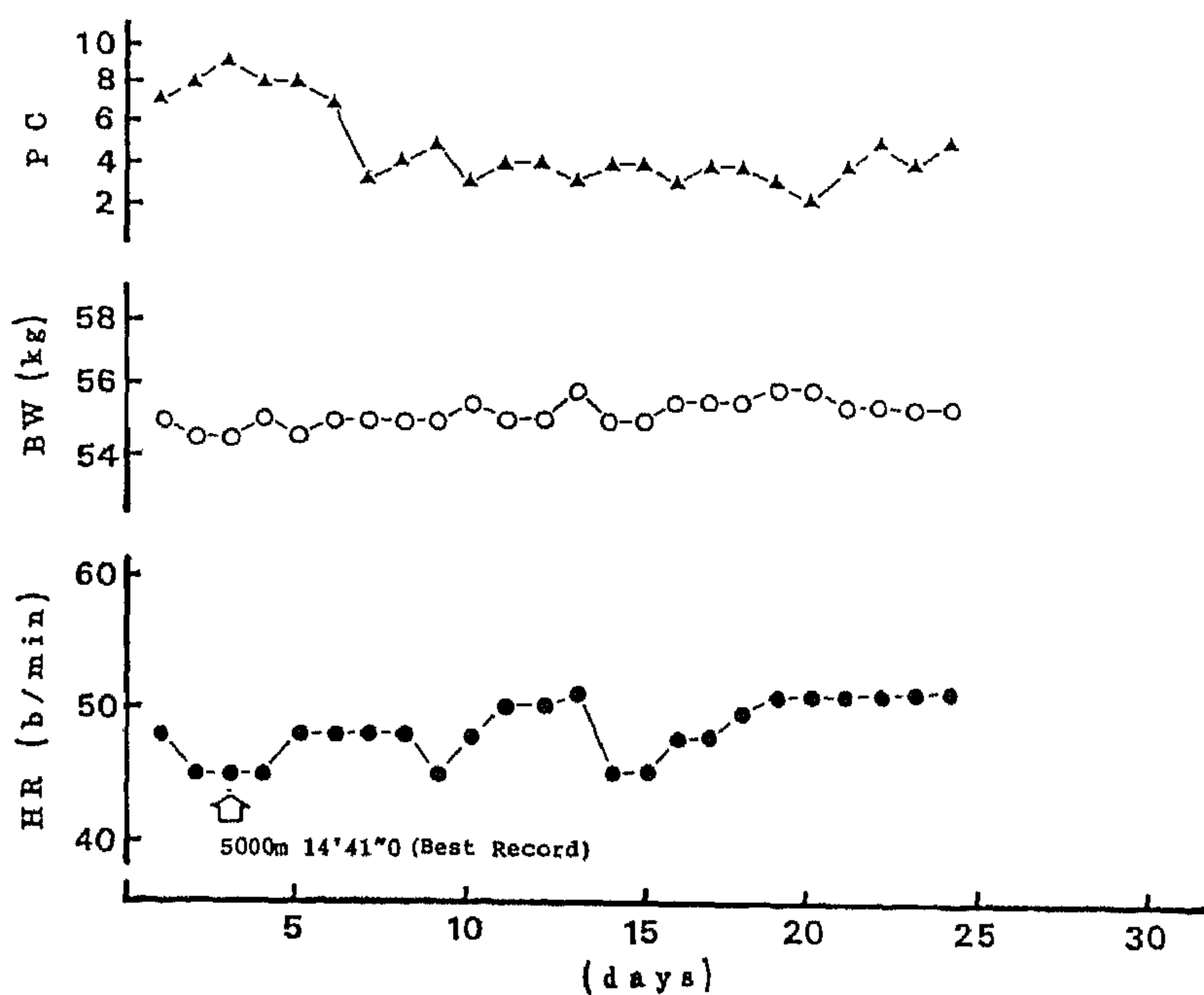


図2 被験者NMの1984年7月時の心拍数 (Heart Rate:HR)・体重(Body Weight:BW) 及び自覚的体調 (Perceptive Condition:PC) の変動と5000mの記録

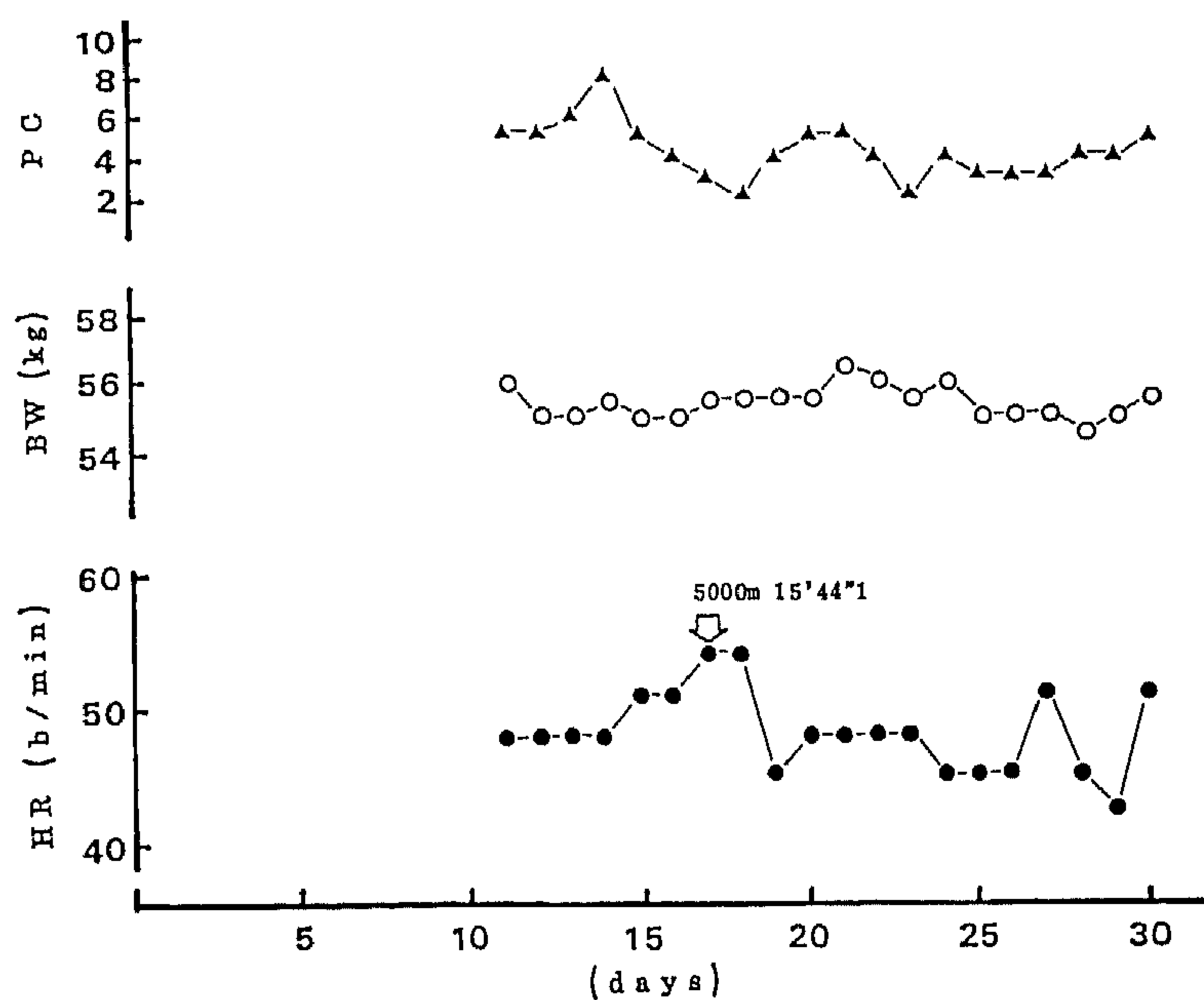


図3 被験者NMの1984年9月時の心拍数 (Heart Rate:HR)・体重 (Body Weight:BW) 及び自覚的体調 (Perceptive Condition:PC) の変動と5000mの記録

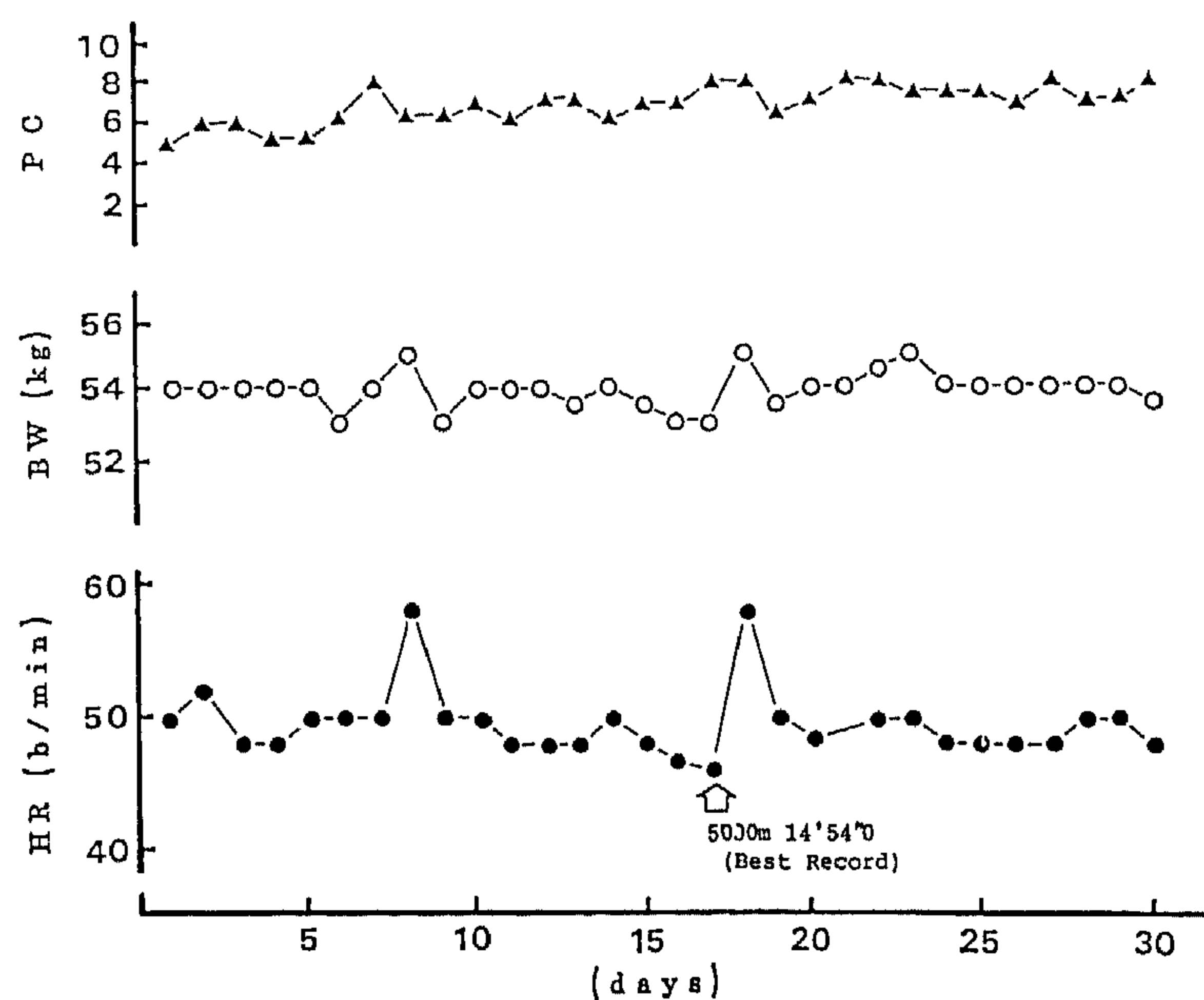


図4 被験者TMの1984年11月時の心拍数 (Heart Rate:HR)・体重 (Body Weight:BW) 及び自覚的体調 (Perceptive Condition:PC) の変動と5000mの記録

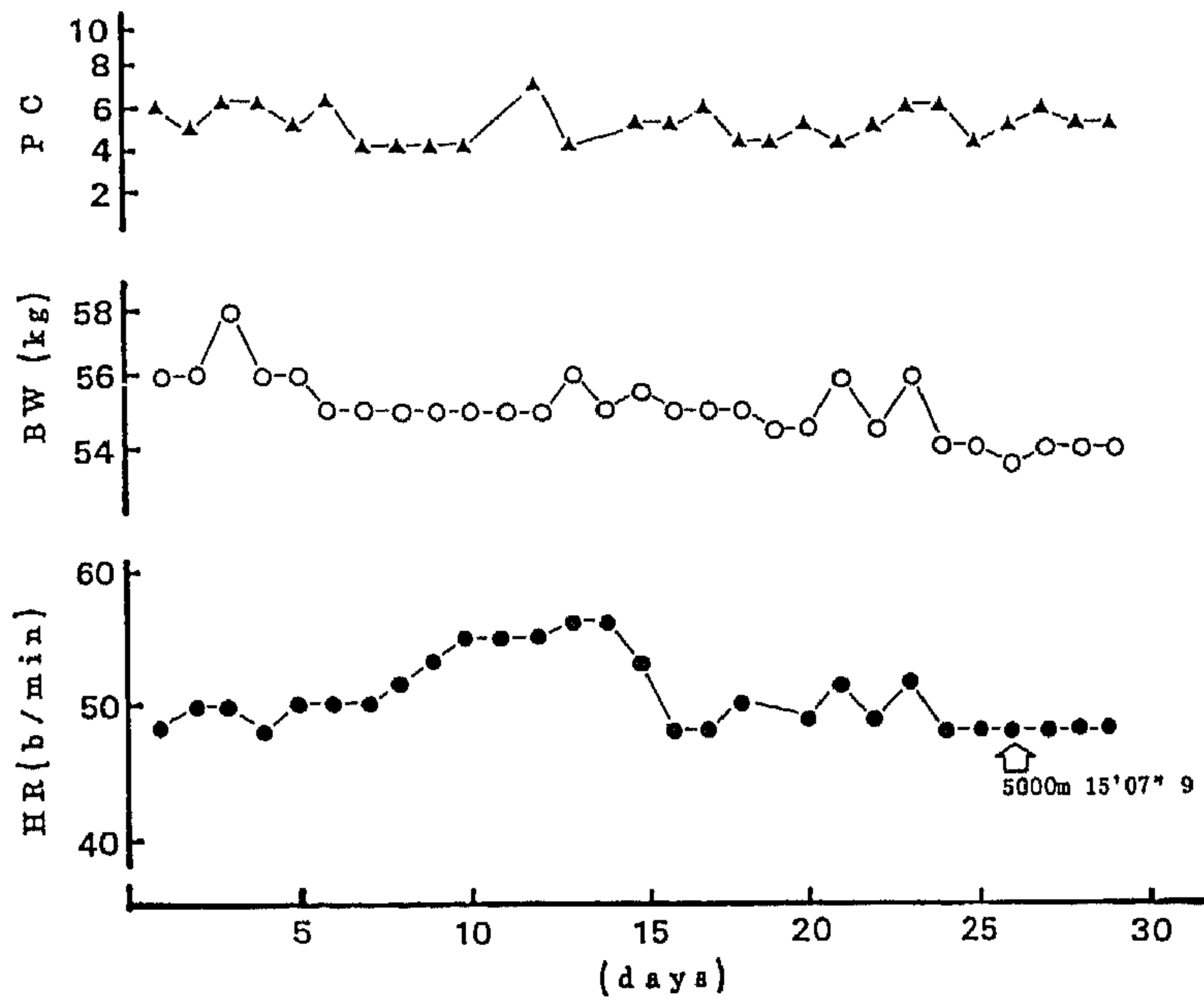


図5 被験者TMの1984年4月時の心拍数 (Heart Rate:HR)・体重 (Body Weight:BW) 及び自覚的体調 (Perceptive Condition:PC) の変動と5000mの記録

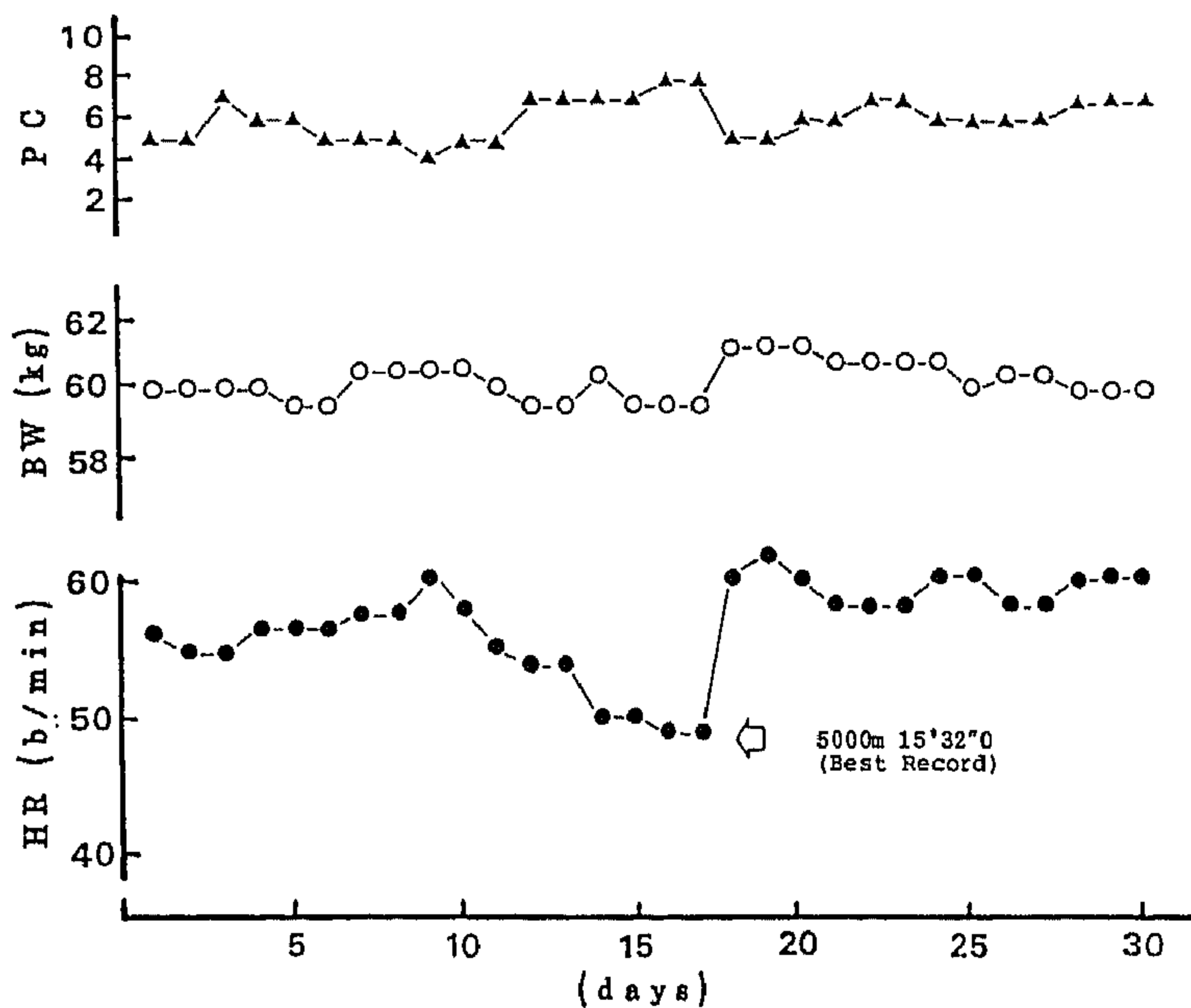


図6 被験者KSの1984年11月時の心拍数 (Heart Rate:HR)・体重 (Body Weight:BW) 及び自覚的体調 (Perceptive Condition:PC) の変動と5000mの記録

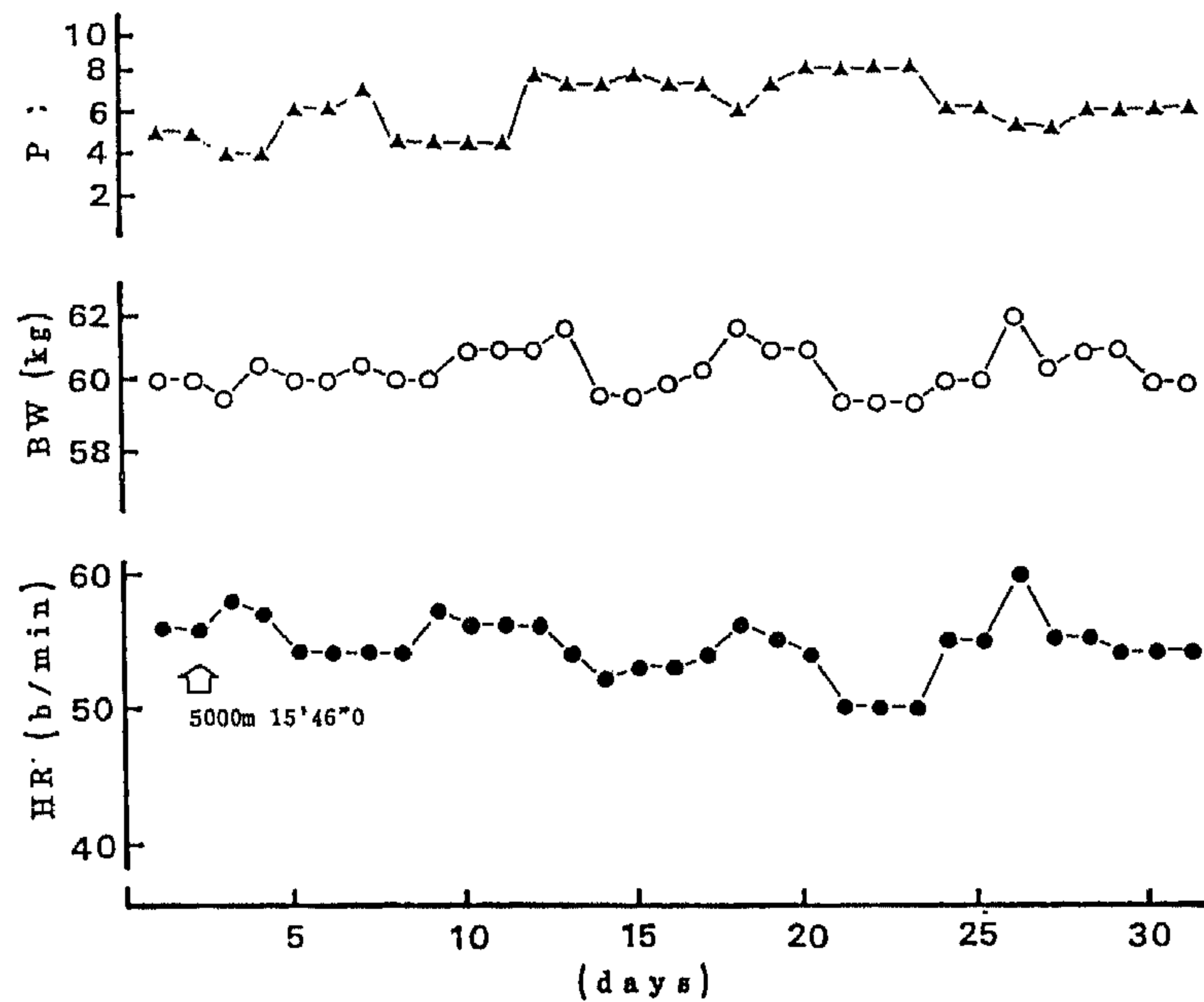


図7 被験者KSの1984年12月時の心拍数 (Heart Rate:HR)・体重 (Body Weight:BW) 及び自覚的体調 (Perceptive Condition:PC) の変動と5000mの記録

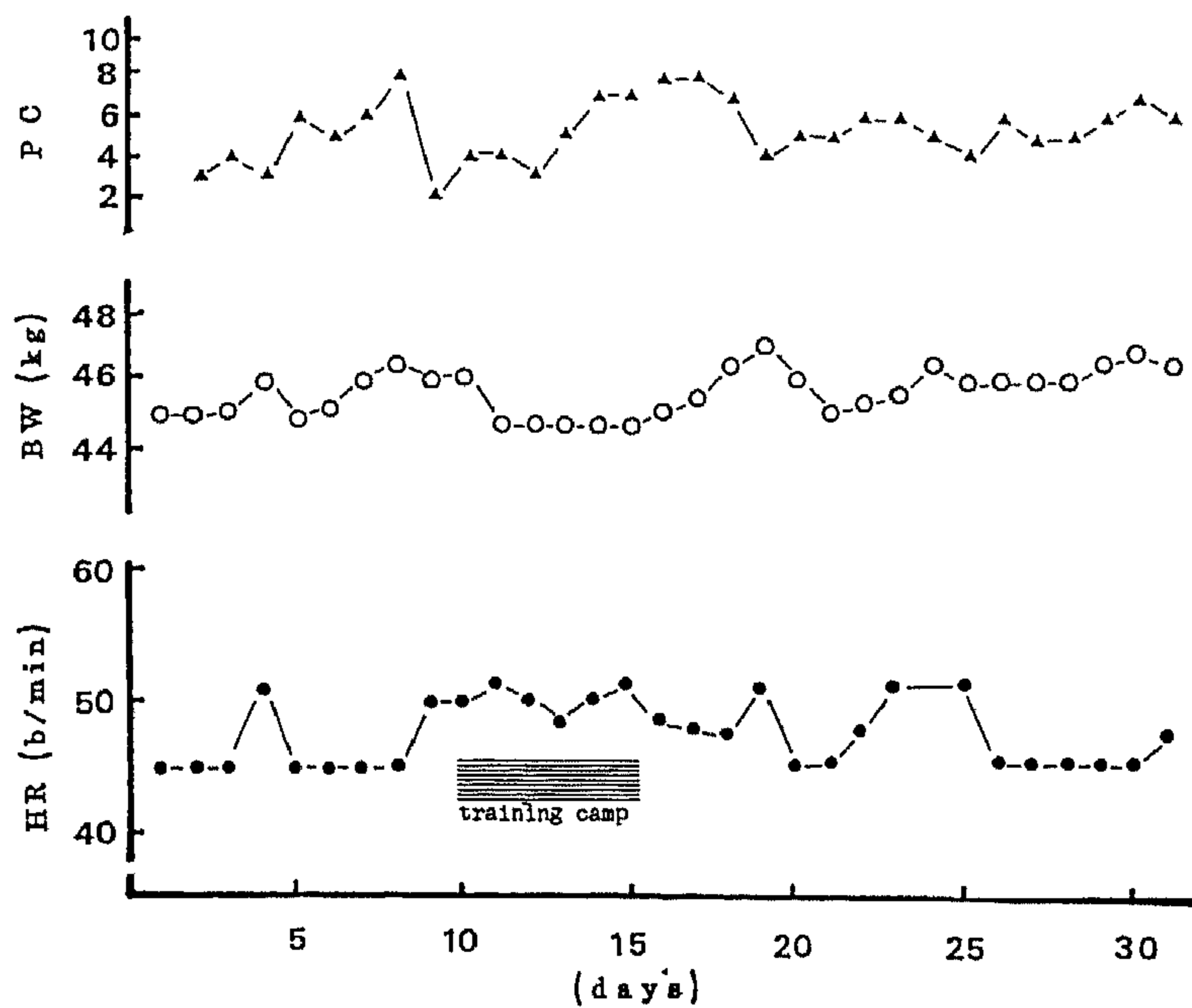


図8 被験者NMの1984年10月時の合宿に伴う心拍数 (Heart Rate:HR)・体重 (Body Weight:BW) 及び自覚的体調 (Perceptive Condition:PC) の変動

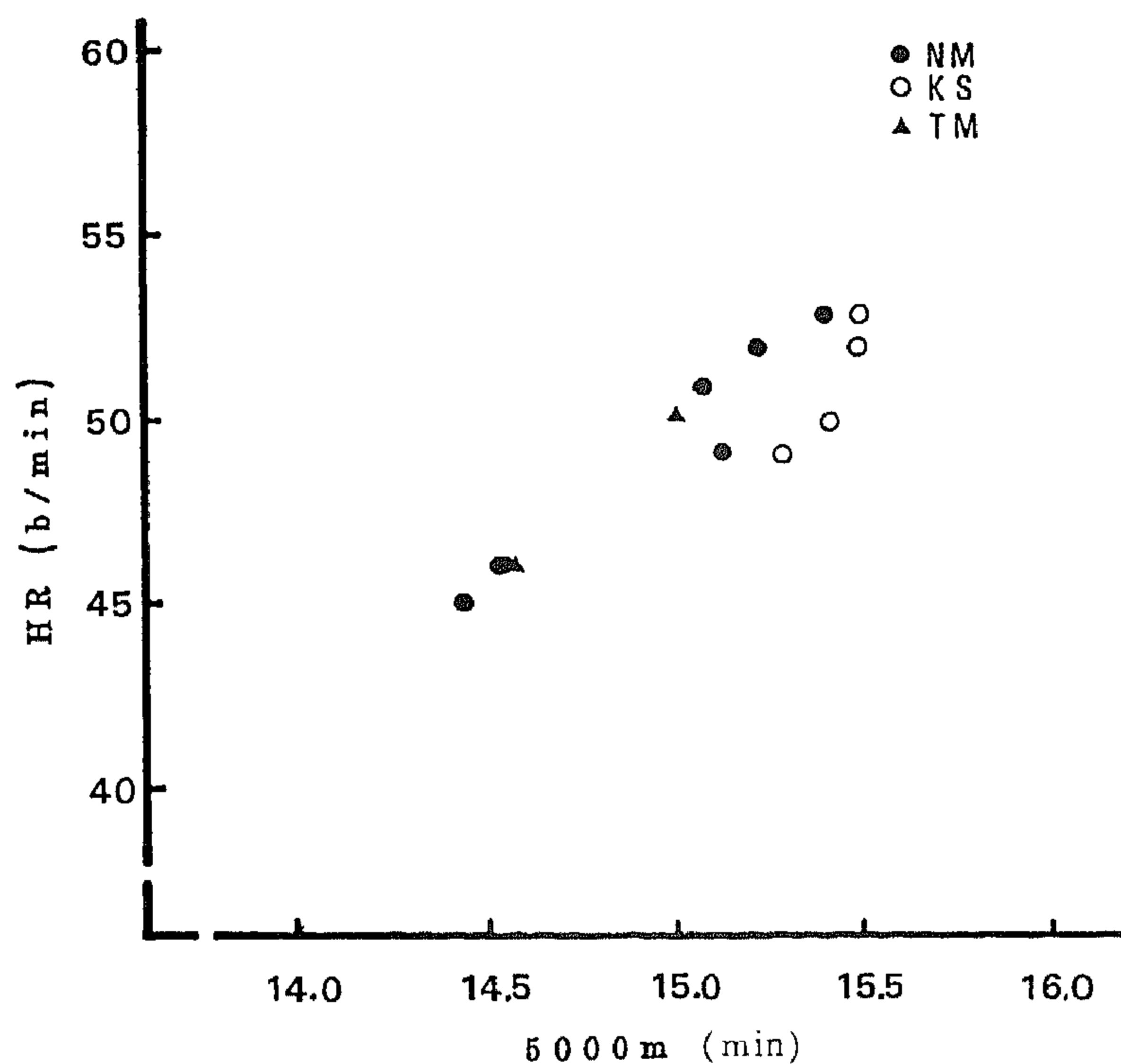


図9 5000mの記録と基礎代謝時の脈拍数 (Heart Rate:HR) の関係

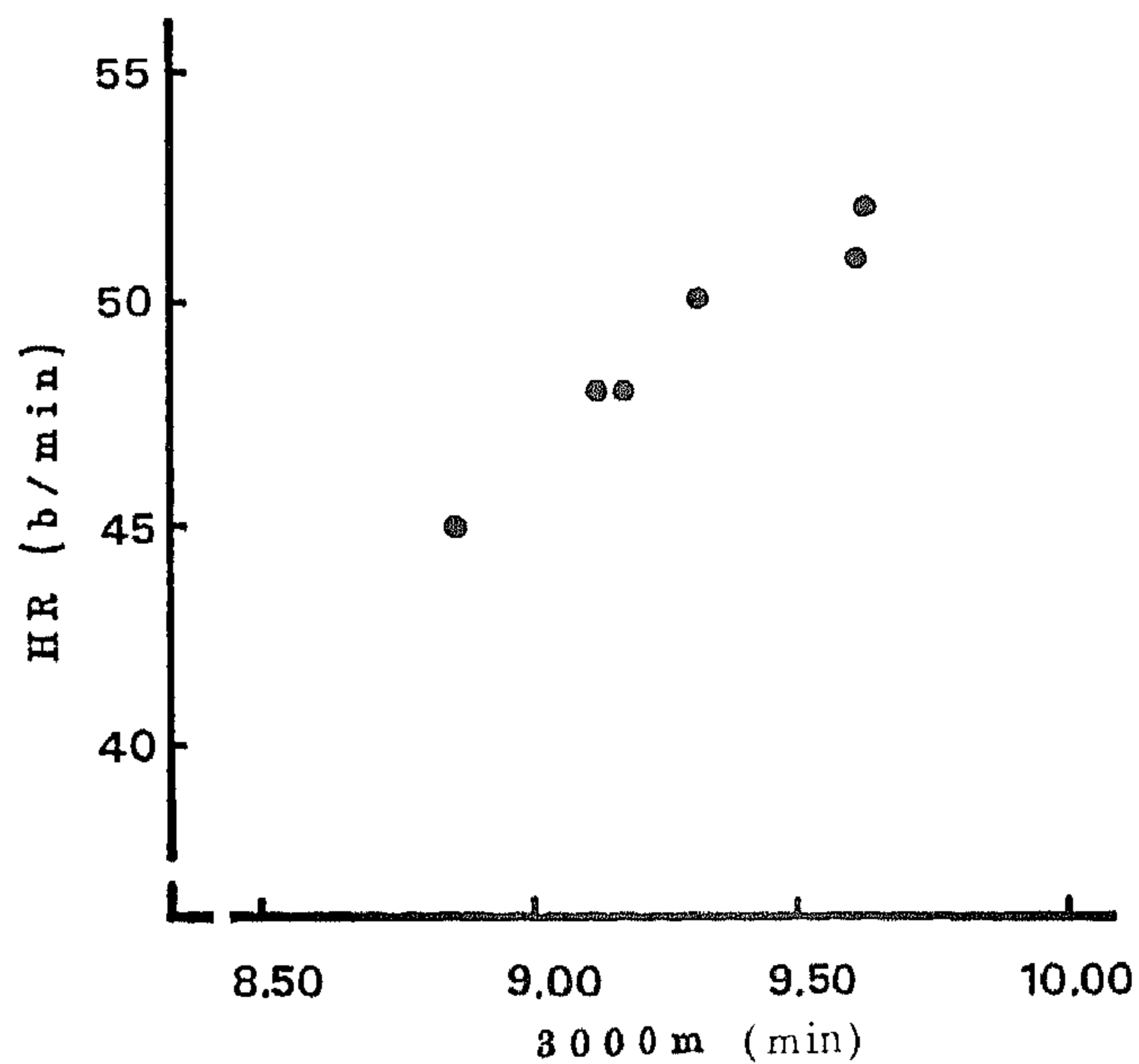


図10 被験者NMの3000mの記録と基礎代謝時の脈拍数 (Heart Rate:HR) の関係

拍/分, 体重60kg及び主観的体調は5ランク(図7)であり, 他の2名と同様に好記録の時には記録が低い時よりも, 脈拍数が低く, 体重も軽かった。

被験者NMの合宿時の脈拍数と体重の変動(図8)を見ると, 脈拍数は合宿期間の5日間の平均値は50.0拍/分で, この月の平均脈拍数の46.7拍/分よりも, 3.6拍/分, 最も低い時と比較すると, 5.0拍/分高くなっていた。これに対して体重は逆に月平均が56.0kgあるのに, 合宿中は, 54.6kgと1.4kg減少していた。

この事は3000mや5000mの好記録時の脈拍数と体重の関係とは逆の関係であった。

次に3名の5000mの記録と脈拍数の関係を図9で見ると, その相関関係は $r=0.852$, $P<0.001$ と高い水準で有意であり, 脈拍数が低いほど好記録が出る傾向にあった。また, 被験者NMの3000mの1年間の記録と脈拍数の関係は(図10) $r=0.906$, $P<0.02$ で有意であり, 5000mと同様の結果であった。

<考 察>

心拍数の測定は, 主に体力の個体差を知る目的でなされたり,^{3) 9) 11) 15) 16) 22) 24)} 個人の運動処方を作るための指標をうる目的で^{6) 10) 21)} なされてきた。しかし, 本研究では, 日々の体調を知る指標をうることを期待して, 心拍数(脈拍数)の測定を行った。そして, その結果には, いくつかの注目すべく所見があった。

本研究では, 脈拍数の測定を基礎代謝時(覚醒直後)に行ったが, それは, 日々の測定に際し, 起床後の日中では安静という条件を, 一定に維持することは, 実際には難しいことであるとの理由にあり, 本研究で, いくつかの注目すべき所見をうることはできたのは, 脈拍測定を基礎代謝時に行ったことによるものと言うことができ, 簡単にしかも正確にコンディションを知る有用な方法であると言える。

さて, 本研究では, その脈拍の日々の数と3000mや5000mの記録の良否に, 高い有意の正の相関をうることはできた。このことは, 条件を近似させて脈拍数を測定すれば, その値は, 個人の微妙な日々の体調を反映した値であると考えることができる。

また, 体重の変化と, 日々の基礎代謝時の脈拍数の変化との間には, 必ずしも有意な相関関係はないが, 3000mや5000m走の記録が良い日は, 脈拍数が少ないと同時に, 体重も少なめの日であった。ただし, 合宿時のように, トレーニング量の多い日が続く, 更に, たとえば睡眠環境のような生活環境が異なることが重なる時には, 体重は減少するが, 脈拍数は逆に増加する傾向にあった。従って, 体重は脈拍数との間に, 直接的な関係はないと言えるが, 例えば, 試合に向けてのconditioningとして, 体重を一つの指標として調べておくことも意味あることであろう。

次に, 本研究における自覚的体調にも注目される所見が得られ, 長距離走の記録の良い日は, 脈拍数が低いとともに, 自覚的体調も良いと判別していた。従って, 脈拍数と体調にも何らかの関係があるのかもしれない。しかし, 本研究における自覚的体調とは, あくまでも, その日のランニングをしてみた後の被験者の印象の結果でしかない。このことから考えれば, 基礎代謝時に脈拍を測定しておけば, それは, その日の体調を予じめ予測できることを意味しており, 脈拍測定の有用性を更に確認する結果と考えられる。

本研究の結果が示唆することは, 脈拍数の少ない方が, 体調は良好な傾向にあるところにある。しかし, 本研究で得た以下の脈拍数の場合に, 更に体調が良好で, 長距離走の記録がより向上することを意味するものでは決してない。だとしても, 起床前の基礎代謝時に脈拍数を測定し, その値と, 食事, 練習の量や質などとの関係を, 今後更に追求してゆくならば, ベストの体調をうるための手段として有用であると言うことはできる。

<要 約>

本研究は脈拍数と持久性能力の関係を明らかにする目的で, 基礎代謝時の脈拍数と体重及び自覚的体調を調べ, 試合での3000m及び5000m走の記録との関係を検討した。

被験者は, 陸上競技部に属する長距離選手の男子学生3名で, 年齢は20~21才, 5000mの記録が14分41秒から15分32秒の間にある選手であった。

測定期間は, 1984年4月から1985年3月までの

1年間であった。

その結果は次の様に要約できる。

①3000mや5000m走の記録の良い時には、基礎代謝時の脈拍数は低く、その関係は有意であった。

②3000m走や5000m走の記録が良い時は、体重の軽い時であった。

③以上の結果から基礎代謝時の脈拍数を測定することにより、その日の体調の良否を推察することが可能なように思われる。

そして、そのことは、トレーニング計画作成する上で大変役立つものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) Andersen, K. L., A. Bolstad, Y. Loyning and L. Irving. Physical fitness of Arctic Indians. *J. Appl. Physiol.* 15:645-648, 1960.
- 2) Andersen, K. L. and J.S. Hart. Aerobic working capacity of Eskimos. *J. Appl. Physiol.* 18:764-768, 1963.
- 3) Åstrand, P.-O., and I. Rhyning. A nomogram for calculation of aerobic capacity from pulse rate during submaximal work. *J. Appl. Physiol.* 7:218-221, 1954.
- 4) Bramwell, C. and R. Ellis. Some observations on the circulatory mechanism in marathon runners. *Quart. J. Med.* 24:329-346, 1931.
- 5) Cooper, K. H., M. L. Pollock, R.P. Martin, S.R. White, A.C. Linnerud and A. Jackson. Physical fitness levels vs selected coronary risk factors. *J. Am. Med. Ass.* 236:166-169, 1976.
- 6) Daniels, J. and N. Oldridge. Changes in oxygen consumption of young boys during growth and running training. *Med. Sci. Sports.* 3:161-165, 1971.
- 7) Durnin, J. V. G., J.M. Brockway and H. W. Witcher. Effects of a short period of training of varying severity on some measurement of physical fitness. *J. Appl. Physiol.* 15:161-165, 1960.
- 8) Gettman, L. R., M. L. Pollock, J. L. Durstine, A. Ward, J. Ayres and A.C. Linnerud. Physiological responses of men to 1, 3, and 5 day per week training programs. *Res. Quart.* 47: 638-646, 1976.
- 9) Hermiston, R.T. and J. A. Faulkner. Prediction of maximal oxygen uptake by a stepwise regression technique. *J. Appl. Physiol.* 30: 833-837, 1971.
- 10) 猪飼道夫, 山地啓司, 心拍数からみた運動の強度～運動処方の研究資料として～, *体育の科学* 21:589-593, 1971
- 11) 石井喜八, 最大酸素摂取量の間接測定 身体運動の生理学, 猪飼道夫編著, 370-386, 1973.
- 12) 北村和夫, スポーツ心臓について, *医学の動向*, 26集, *スポーツ医学*, 53-80, 金原書店, 1959.
- 13) 北村和夫, 小川登, 山倉克磨, 的場周三, スポーツ心臓, 呼吸と循環, 7:880-892, 1959.
- 14) Knehr, C. A., D. B. Dill, and W. Neufeld. Training and its effects on man at rest and at work. *Am. J. Physiol.* 136:148-156, 1942.
- 15) Margaria, R. Assessment of physical activity in oxidative anaerobic maximal exercise. *Int. Z. angew. Physiol.* 22:115-124, 1966.
- 16) Margaria, R., P. Aghemo, and E. Rovelli. Indirect determination of maximal O_2 consumption in man. *J. Appl. Physiol.* 20:1070-1073, 1965.
- 17) 森四郎, 運動選手の心臓機能に関する考案, *体力科学*, 9:236-257, 1960.
- 18) Pollock, M. L., T. K. Cureton, and L. Grenier. Effects of frequency of training on working capacity, cardiovascular function, and body composition of adult men. *Med. Sci. Sports.* 1: 70-74, 1969.
- 19) Pollock, M. L., H. S. Miller, E. Coleman, E. E. Laughridge, A.C. Linnerud, and A. Ward. Follow-up study on the effects of conditioning four days per week on the physical fitness of adult men. *Am. Cor. Ther. J.* 28:135-139, 1974.
- 20) Schnohr, P. An investigation of previous athletes. *J. Sports. Med. Physical Fitness.* 8:241-244, 1968.
- 21) Shephard, R. J. Intensity, duration, and frequency exercise as determinants of the response to a training regime. *Int. Z. angew. Physiol.* 26:272-278, 1968.
- 22) Sjöstrand, T. Change in respiratory organs

- of workmen at an ore smelting works. *Acta Med. Scand. Suppl.* 196:687-699, 1947.
- 23) Sloan, A. W., and E. N. Keen. Physical fitness of oarsmen and rugby players before and after training. *J. Appl. Physiol.* 14:635-636, 1959.
- 24) Wahlund, H. Determination of the physical working capacity. A physiological and clinical study with special reference to standardisation of cardiopulmonary functional tests. *Acta Med. Scand.* 132. Suppl. 215:1-78, 1948.
- 25) 渡辺剛；眼底動脈血流動態からみた安静時血圧，*体力科学*，29, 1980.
- 26) 渡辺剛，生山匡，片岡幸雄，和田光明，佐野裕司，今野廣隆，川村協平，西田明子，小山内博，鍛練者と非鍛練者の基礎代謝の比較に関する再検討，*日本体育学会第34回大会号*，330, 1983.
- 27) 渡辺剛，生山匡，佐野裕司，片岡幸雄，和田光明，今野廣隆，川村協平，西田明子，小山内博；網膜血管径からみた血液循環に及ぼす身体トレーニングの影響（第1報）—若年鍛練者，若年非鍛練者，高齢非鍛練者の網膜血管径と安静血圧の関係—*体力研究*，56:30-46, 1984.
- 28) 渡辺剛，生山匡，佐野裕司，西山一行，小山内博；長距離鍛練と非鍛練者の基礎代謝の比較・*国士舘大学体育学部紀要*，10:15-23, 1984.